

# **LAPORAN SKRIPSI**

## **BENTONIT-BIOCHAR KOMPOSIT UNTUK PENYERAPAN BAHAN BERBAHAYA DARI AIR LIMBAH**



Diajukan oleh :

Ezekiel Lauwrent Budi Utomo      5203012019

Fahri Andika Sulistiyono      5203012035

**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA  
SURABAYA  
2015**

## LEMBAR PENGESAHAN

Seminar SKRIPSI yang berjudul:

**Bentonit-Biochar Komposit Untuk Penyerapan Bahan Berbahaya Dari Air Limbah**

bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Ezekiel Lauwrent Budi Utomo

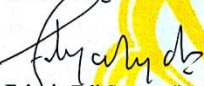
NRP : 5203012019

Telah diselenggarakan pada tanggal 04 Juni 2015, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** di bidang **Teknik Kimia**.

Surabaya, 15 Juni 2015

Pembimbing I

Pembimbing II



Felycia Edi Soetaredjo, Ph.D  
NIK. 521.99.0391



Suryadi Ismadi, Ph.D  
NIK. 521.93.0198

### Dewan Penguji

Ketua

Sekretaris



Sandy Budi Hartono, Ph.D  
NIK. 521.99.0401



Felycia Edi Soetaredjo, Ph.D  
NIK. 521.99.0391

Anggota

Anggota



Dra. Adriana Anteng Anggorowati, M.Si  
NIK. 521.86.0124



Ir. Setiyadi, MT  
NIK. 521.88.0137

### Mengetahui



Fakultas Teknik  
Dekan

Suryadi Ismadi, Ph.D  
NIK. 521.93.0198



Jurusan Teknik Kimia  
Ketua

Wenny Irawaty, Ph.D  
NIK. 521.93.0284

## LEMBAR PENGESAHAN

Seminar SKRIPSI yang berjudul:

**Bentonit-Biochar Komposit Untuk Penyerapan Bahan Berbahaya Dari Air Limbah**

bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Fahri Andika Sulistiyono

NRP : 5203012035

Telah diselenggarakan pada tanggal 04 Juni 2015, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** di bidang **Teknik Kimia**.

Surabaya, 15 Juni 2015

Pembimbing I

Pembimbing II

  
Felycia Edi Soetaredjo, Ph.D

NIK. 521.99.0391

  
Suryadi Ismadi, Ph.D

NIK. 521.93.0198

### Dewan Penguji

Ketua

Sekretaris

  
Sandy Budi Hartono, Ph.D


NIK. 521.99.0401

  
Felycia Edi Soetaredjo, Ph.D

NIK. 521.99.0391

Anggota

Anggota

  
Dra. Adriana Anteng Anggorowati, M.Si.

NIK. 521.86.0124

  
Ir. Setiyadi, MT

NIK. 521.88.0137

Mengetahui

Jurusan Teknik Kimia  
Ketua



**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN  
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Unika  
Widya Mandala Surabaya :

Nama : Ezekiel Lauwrent Budi Utomo  
NRP : 5203012019

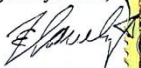
Menyetujui skripsi/karya ilmiah saya :  
**BENTONIT-BIOCHAR KOMPOSIT UNTUK PENYERAPAN BAHAN  
BERBAHAYA DARI AIR LIMBAH**

Untuk dipublikasikan/ditampilkan di internet atau media lain (Digital Library  
Perpustakaan Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas  
sesuai dengan Undang-undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah ini saya buat dengan  
sebenarnya.

Surabaya, 15 Juni 2019

Yang menyatakan,



Ezekiel Lauwrent Budi Utomo  
NRP. 5203012019



**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN  
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Unika Widya Mandala Surabaya :

Nama : Fahri Andika Sulistiyono  
NRP : 5203012035

Menyetujui skripsi/karya ilmiah saya :

**BENTONIT-BIOCHAR KOMPOSIT UNTUK PENYERAPAN BAHAN  
BERBAHAYA DARI AIR LIMBAH**

Untuk dipublikasikan/ditampilkan di internet atau media lain (Digital Library Perpustakaan Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 15 Juni 2015  
Yang menyatakan,



Fahri Andika Sulistiyono  
NRP. 5203012035



---

**LEMBAR PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa skripsi ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa skripsi ini tidak dapat digunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar **Sarjana Teknik**.

Surabaya, 15 Juni 2015

Yang menyatakan,



Ezekiel Lauwrent Budi Utomo

NRP. 5203012019





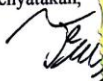
---

**LEMBAR PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa skripsi ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa skripsi ini tidak dapat digunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar **Sarjana Teknik**.

Surabaya, 15 Juni 2015

Yang menyatakan,



Fahri Andika Sulistiyono

NRP. 5203012035



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Bentonit-Biochar Komposit Untuk Penyerapan Bahan Berbahaya Dari Air Limbah”. Skripsi ini merupakan salah satu prasyarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

Atas selesainya pembuatan skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Felycia Edi Soetaredjo, Ph.D selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan banyak masukan dan meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan yang baik.
2. Ir. Suryadi Ismadji, Ph.D selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan banyak masukan dan meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan yang baik.
3. Sandy Budi Hartono, Ph.D, Dra. Adriana Anteng Anggorowati, M.Si. dan Ir. Setiyadi, MT selaku penguji yang telah memberikan masukan dalam penelitian ini.
4. Ir. Suryadi Ismadji, Ph.D selaku Kepala Laboratorium Proses Jurusan Teknik Kimia; Dra. Adriana Anteng Anggorowati, M.Si. selaku Kepala Laboratorium Kimia Analisa Jurusan Teknik Kimia yang telah memberi kemudahan dalam penggunaan dan peminjaman alat-alat laboratorium.
5. Bpk. Novi selaku laboran pada Laboratorium Proses Jurusan Teknik Kimia, yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.



6. Wenny Irawaty, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
7. Ir. Suryadi Ismadji, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
8. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, yang secara tidak langsung telah banyak membantu penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
9. Orang tua penulis yang telah memberikan dukungan baik secara materi maupun non-materi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
10. Seluruh rekan-rekan di lingkungan kampus maupun di luar kampus yang telah membantu penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, dan bagi para pembaca yang budiman.

Surabaya, 15 Juni 2015

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN .....	vi
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xii
INTISARI .....	xiii
ABSTRAK.....	xiv
BAB I    PENDAHULUAN .....	1
I.1    Latar Belakang .....	1
I.2    Perumusan masalah.....	3
I.3    Tujuan Penelitian .....	3
I.4    Batasan Masalah .....	3
I.5    Manfaat penelitian .....	4
BAB II    TINJAUAN PUSTAKA .....	5
II.1    Antibiotik .....	5
II.2    Jenis-jenis Antibiotik .....	5
II.3    Pengolahan Limbah Antibiotk .....	7
II.4    Adsorpsi.....	8
II.5    Bentonit .....	13
II.6    Biochar.....	16
BAB III    METODE PENELITIAN .....	19
III.1    Rancangan Penelitian.....	19
III.2    Variabel Penelitian.....	19
III.3    Bahan dan Alat .....	22
III.4    Prosedur Penelitian .....	23
BAB IV    HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
BAB V    KESIMPULAN DAN REKOMENDASI .....	50
V.1    Kesimpulan.....	50
V.2    Rekomendasi.....	51
DAFTAR PUSTAKA .....	52
LAMPIRAN A .....	A-1
LAMPIRAN B.....	B-1
LAMPIRAN C.....	C-1
LAMPIRAN D .....	D-1
LAMPIRAN E.....	E-1

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Struktur Amoxillin .....	6
Gambar II.2 Struktur Ampisillin.....	6
Gambar II.3 mekanisme dari adsorpsi .....	11
Gambar II.4 Struktur Montmorilonit .....	14
Gambar IV.1 Spektra FTIR Bentonit-Biochar (Eceng Gondok) Komposit 1:2 dan Eceng Gondok .....	28
Gambar IV.2 Spektra FTIR Bentonit-Biochar (Ampas Tebu) Komposit 2:1 dan Ampas Tebu.....	28
Gambar IV.3 Hasil FTIR Bentonit-Biochar (Jerami Padi) Komposit 1:1 dan Jerami Padi.....	30
Gambar IV.4 Pola XRD dari Benonit-Biochar (Eceng Gondok) komposit 1:2.....	32
Gambar IV.5 Pola XRD dari Bentonit-Biochar (Jerami Padi) komposit 1:1.....	32
Gambar IV.6 Pola XRD dari Bentonit-biochar (Ampas Tebu) Komposit 2:1.....	33
Gambar IV.7 Analisa SEM dari Bentonit-biochar komposit (Bentonit:eceng gondok 1:2) A, (Bentonit:Ampas Tebu 2:1) B, (Bentonit:Jerami Padi 1:1). .....	34
Gambar IV.8 Model Langmuir (A) Freundlich (B) dari Amoksilin dalam Bentonit-biochar Komposit perbandingan 1:2.....	36
Gambar IV.9 Model Langmuir (A) Freundlich (B) dari Amoksilin dalam Bentonit-biochar Komposit Perbandingan 1:1.....	37
Gambar IV.10 Model Langmuir (A) Freundlich (B) dari amoksilin dalam bentonit-biochar komposit perbandingan 2:1.....	38
Gambar IV.11 Model Langmuir (A) Freundlich (B) dari amoksilin dalam karbon aktif dan bentonit.....	39
Gambar IV.12 Model Langmuir (A) Freundlich (B) dari Ampisilin dalam Bentonit-biochar Komposit perbandingan 1:2.....	40
Gambar IV.13 Model Langmuir (A) Freundlich (B) dari Ampisilin dalam Bentonit-biochar Komposit Perbandingan 1:1.....	41
Gambar IV.14 Model Langmuir (A) Freundlich (B) dari Ampisilin dalam Bentonit-biochar Komposit perbandingan 2:1.....	42
Gambar IV.15 Model Langmuir (A) Freundlich (B) dari ampisilin dalam karbon aktif dan bentonit.....	43

## DAFTAR TABEL

Table II.1 Proses Penghilangan Antibiotik dari Penelitian Terdahulu .....	12
Table II.2 Komposisi Bentonit.....	15
Table II.3 Komposisi Kimia Jerami Padi.....	17
Table II.4 Kandungan Kimia Eceng Gondok .....	17
Table II.5 Komposisi Ampas Tebu .....	18
Table IV.1 Hasil FTIR Bentonit-biochar (Eceng Gondok) Komposit 1:2 dan Eceng Gondok .....	27
Table IV.2 Spektra FTIR Bentonit-biochar (Ampas Tebu) Komposit 2:1 dan Biomassa.....	29
Tabel IV.3 Spektra FTIR Bentonit-biochar (Jerami Padi) Komposit 1:1 dan Jerami Padi.....	31
Tabel IV.4.Parameter untuk adsorpsi amoksilin dalam karbon aktif, bentonit dan Bentonit-biochar komposit.....	44
Tabel IV.5 Parameter untuk adsorpsi ampicilin dalam karbon aktif, bentonit dan Bentonit-biochar komposit.....	46
Tabel IV.6 percent removal dari adsorpsi untuk amoksilin dan ampicilin dari limbah sebenarnya.....	49

## INTISARI

Dalam mengkonsumsi antibiotik, manusia kurang menyadari bahwa kapan diperlukan dan kapan tidak perlu mengkonsumsi sehingga menyebabkan mikroba dalam air limbah resistensi terhadap antibiotik. Oleh karena itu, kandungan antibiotik dalam limbah harus dihilangkan. Proses penghilangan antibiotik dari air limbah dapat dilakukan dengan beberapa proses, antara lain fotodegradasi, proses oksidasi dan adsorpsi. Diantara proses tersebut adsorpsi berpotensi dibandingkan dengan proses lainnya karena adsorpsi dapat menghilangkan antibiotik dengan konsentrasi kecil dan ekonomis sehingga cocok untuk aplikasi pengolahan air limbah di masyarakat sebelum dibuang ke sungai. Oleh karena itu maka perlu dicari adsorben yang efektif dan dapat diproduksi didalam negeri, seperti bentonit-biochar komposit.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari kondisi optimum pembuatan bentonit-biochar yang ditentukan oleh kapasitas adsorpsi antibiotik terbaik, mempelajari karakteristik bentonit-biochar dan Mempelajari hasil aplikasi adsorben pada limbah lingkungan yang sumbernya dari perumahan, rumah sakit, dan lain-lain sebelum dibuang ke sungai. Pretreatment bentonit dilakukan untuk membersihkan bentonit dari pengotor organik dengan cara impregnasi menggunakan  $H_2O_2$  dengan kadar 30 % setelah itu di oven pada suhu  $100^\circ C$  untuk menghilangkan kelebihan hydrogen peroksida. Selanjutnya, bentonit disonikasi dan setelah itu biomassa dicampur dengan bentonit dengan variasi perbandingan massa 1:1, 1:2 dan 2:1 selain itu dengan variasi jenis biomassa yaitu jerami padi, eceng gondok dan ampas tebu akan dipisahkan antara padatan dan cairan. Setelah itu bentonit dan biomassa akan dipirolisis dengan laju alir nitrogen 2 L/detik dan pada suhu  $500^\circ C$ . Setelah itu bentonit-biochar komposit dikarakterisasi dengan FTIR, SEM, XRD, CEC.

Pembuatan bentonit-biochar komposit telah berhasil dilakukan, yang mana dapat dilihat dari penghilangan komponen antibiotik murni, untuk amoksisilin dan ampicilin berhasil menggunakan metode adsorpsi, yang mana terbukti dari faktor korelasi ( $R^2$ ), antara 0,90-0,99 untuk persamaan langmuir. Adsorben bentonit-biochar komposit 1:2 lebih baik dalam menyerap antibiotik dari bentonit tanpa modifikasi dan karbon aktif.

Kata kunci: Amoxicillin, Ampicilin, Adsorpsi, Bentonit-Biochar Komposit

## ABSTRAK

In consume antibiotics, humans are less aware that when it is needed and when it does not need to consume antibiotics, causing microbes in the waste water resistance to antibiotics. Therefore, the content of antibiotics in the wastes must be removed. The process of removal of antibiotics from wastewater can be done with a few processes, among others, photodegradation, oxidation and adsorption. Among the process, adsorption is potential method compared to other processes, as adsorption can remove antibiotics with little concentration and economical, so this method suitable for applications in the public waste water treatment before being discharged into the river. Therefore it is need to find an effective adsorbent and can be produced in the country, such as bentonite-biochar composite.

This research aims to investigate the condition of bentonite-biochar composite preparation which has been determined by the highest capacity of antibiotic adsorption, studying the characteristics of bentonite-biochar composite and to study the ability of bentonite-biochar composite adsorbent in antibiotic adsorption (amoxicillin and ampicillin) in wastewater. Pretreatment bentonite made to clean bentonite from organic impurities by means of impregnation using  $H_2O_2$  with levels 30% after it in the oven at a temperature of  $60^\circ C$  to remove the excess hydrogen peroxide. Furthermore, bentonite sonicated and after that biomass is mixed with bentonite with the variation of the mass ratio of 1:1, 1:2 and 2:1 in addition to the variety of biomass types is rice straw, water hyacinth and bagasse will be separated between solids and liquids. After the bentonite and biomass will do pyrolysis process with nitrogen flow rate of 2 L/sec and at a temperature of  $500^\circ C$ . After the bentonite-biochar composite characterized by FTIR, SEM, XRD, CEC.

Manufacture of bentonite-biochar composite has been successfully carried out, which can be seen from the omission of the pure antibiotic components, for amoxicillin and ampicillin successfully using adsorption method, which is evident from the correlation factor ( $R^2$ ), between .90 to 0.99 for the Langmuir equation. Bentonite-biochar composite 1:2 adsorbent is better at absorbing antibiotics without modification of bentonite and activated carbon.

**Keywords:** Amoxicillin, Ampicillin, Adsorption, Bentonite-Biochar Composites